

ROBOT PEMADAM API DENGAN TRACKING TARGET MENGUNAKAN ACCELEROMETER BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO DUE

Ariyono Setiawan

Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya
aryo4u@gmail.com

ABSTRAK

Keselamatan Penerbangan dalam teknik penerbangan merupakan perhatian lebih dari pemerintah sebagai regulator/ fasilitator, setiap komponen sub system Bandar udara dalam melakukan kegiatan operasinya tetap harus mengutamakan keamanan dan keselamatan penerbangan. Dalam hal ini komponen pendukung dan pemanfaatan teknologi AI di rasakan sangat perlu guna melengkapi kebutuhan akan Pemenuhan Keselamatan Penerbangan dengan memanfaatkan robot sebagai media. Secara umum robot dapat didefinisikan sebagai sebuah piranti mekanik yang mampu melakukan pekerjaan manusia atau berperilaku seperti manusia. Salah satu pekerjaan manusia yang dapat dilakukan oleh robot adalah kegiatan pemadaman kebakaran. Dalam penelitian ini peneliti merancang sebuah Robot Pemadam Api untuk mencari dan memadamkan. Untuk itu robot dilengkapi dengan kamera CMU CAM 3, Motor DC, Kipas angin, dan mikrokontroler Arduino Due. Kamera CMU CAM 3 berguna untuk mendeteksi keberadaan. Motor DC untuk menggerakkan roda robot agar robot mampu bergerak. Kipas angin berfungsi untuk memadamkan. Dan mikrokontroler sebagai otak robot yang mengatur semua komponen-komponen robot agar berjalan sesuai yang diharapkan. Pada saat robot dinyalakan, robot akan mencari keberadaan api. Setelah robot menemukan api, robot akan bergerak lurus menuju api dan setelah sampai pada sumber api maka kipas angin akan menyala setelah pada jarak yang telah ditentukan untuk memadamkan api tersebut. Robot akan kembali mencari sumber titik api yang lain, sehingga robot pemadam api ini dapat mendeteksi keberadaan api yang lain. Dengan adanya Penelitian ini, diharapkan adanya kemajuan Yaitu Memicu peneliti yang lain untuk membuat robot pemadam api yang lebih canggih dari robot yang dibuat oleh penelitian

Kata Kunci : Robot, Simulasi, Keselamatan Penerbangan

LATAR BELAKANG

Teknologi adalah cara untuk mendapatkan suatu kualitas yang lebih baik, lebih mudah, lebih murah, lebih cepat dan lebih menyenangkan. Salah satu teknologi berkembang pesat pada saat ini adalah teknologi di bidang robotik.

Keselamatan Penerbangan merupakan perhatian lebih dari pemerintah sebagai regulator/ fasilitator, setiap komponen sub system Bandar udara dalam melakukan kegiatan operasinya tetap harus mengutamakan keamanan dan keselamatan penerbangan. Dalam hal ini komponen pendukung dan pemanfaatan teknologi AI di rasakan sangat perlu guna melengkapi kebutuhan akan Pemenuhan Keselamatan Penerbangan dengan memanfaatkan robot sebagai media, Robot berguna untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan tertentu,

misalnya melakukan pekerjaan yang memerlukan ketelitian tingkat tinggi, beresiko tinggi, membosankan atau pekerjaan yang memerlukan tenaga besar. Secara umum robot dapat di definisikan sebagai sebuah piranti mekanik yang mampu melakukan pekerjaan manusia atau berperilaku seperti manusia.

Salah satu pekerjaan manusia yang dapat di lakukan robot adalah kegiatan pemadaman kebakaran. Jenis pekerjaan ini membutuhkan reaksi cepat karena kebakaran dapat dihindari apabila api sapat dipadamkan ketika belum menyebar. Ketika api telah menyebar pekerjaan pemadaman kebakaran akan menjadi pekerjaan yang sulit dan beresiko tinggi. Masalah kebakaran dapat dikurangi apabila sumber api dapat ditemukan dan dimatikan dalam waktu singkat.

Dengan latar belakang tersebut maka penelitian membuat "**Robot Pemadam**

Api Dengan Tracking Target Menggunakan Accelerometer Berbasis Mikrokontroler Arduino Due

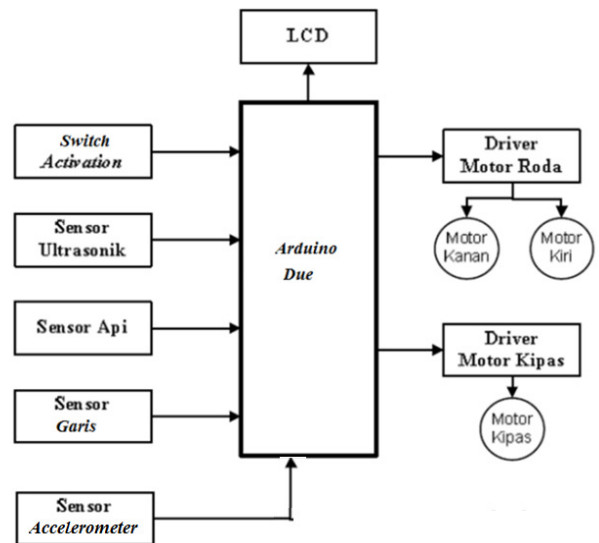
Dalam perancangan ini, api yang akan dipadamkan adalah api lingkup kecil.

Robot bertugas untuk mencari dan memadamkan api. Agar dapat melakukan tugas tersebut maka robot harus mampu mendeteksi keberadaan api yang terdapat disekitarnya. Robot akan mendekati dan memadamkan api itu. Pembuatan robot pemadam api meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras robot dirancang agar mikrokontroler dapat menerima masukan dari kamera kemudian memutuskan pergerakan motor dc melalui *H-bridge* dan transistor hingga fungsi robot untuk memadamkan api yang terdapat disekitarnya tercapai. Untuk mendeteksi keberadaan api digunakan CMU CAM 3. Robot menggunakan satu buah motor dc sebagai penggerak roda dan sebuah motor dynamo untuk menggerakkan kipas angin yang akan memadamkan api. Sebagai pengendali robot akan digunakan mikrokontroler Arduino Due.

Sedangkan perangkat lunak yang ditulis agar mikrokontroler Arduino Due dapat mengontrol proses pendeteksian keberadaan api dan mengendalikan ketiga motor dc sehingga robot dapat melakukan tugas mencari dan memadamkan api dengan baik.

METODOLOGI PERANCANGAN BLOK DIAGRAM SISTEM

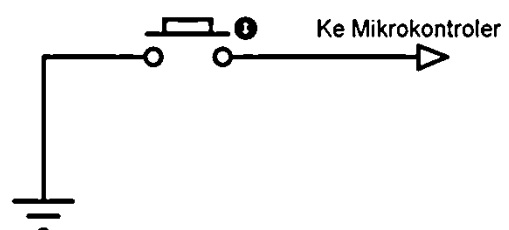
Subyek penelitian ini adalah robot beroda yang mempunyai kemampuan mengeksplorasi suatu tempat. Robot didesain memiliki dua roda kendali dan satu roda bebas dengan kendali dua buah motor DC. Sistem kerja dalam usaha menemukan target yaitu api lilin, robot ini bisa menghindari halangan dengan berbelok ke kanan, berbelok ke kiri dan juga bisa mundur. Sistem kerja robot ini akan diprogram dengan mikrokontroler Arduino Due. Blok diagram sistem kerja robot beroda pemadam api dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram Robot Pemadam Api

SWITCH AKTIVASI

Untuk menjalankan robot hanya perlu menekan sebuah tombol aktivasi, robot akan langsung berjalan sesuai dengan tracking yang diinginkan. Tombol aktivasi ini terhubung antara kaki mikrokontroler dengan ground. Mikrokontroler akan aktif bila menerima input berupa logika low (0) dan otomatis akan menjalankan semua system sensor dan actuator. Gambar switch aktivasi ditunjukkan seperti gambar dibawah ini.

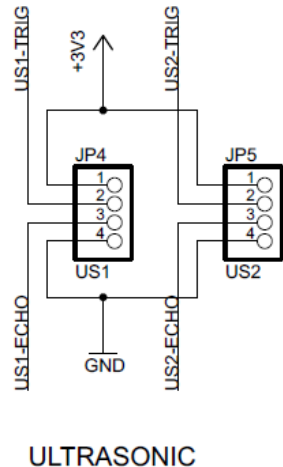


Gambar 2. Switch Aktivasi Mikrokontroler

SENSOR ULTRASONIC

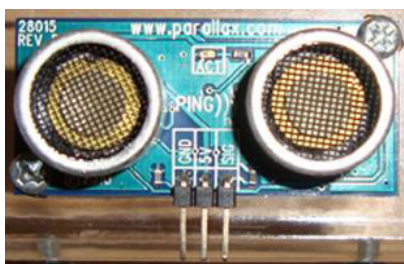
Untuk mendeteksi dinding disekitar robot memerlukan sensor jarak sehingga robot dapat berjalan sesuai dengan arahnya tanpa terbentur oleh dinding-dindingnya. Pada awalnya robot akan mentracking kondisi sekitar dengan mengukur jarak disekitarnya yang dikendalikan dengan menggunakan motor servo, jika sudah menemukan robot akan

segera berjalan dengan sambil mengukur jarak dinding pemandu serta rintangan yang mungkin ada pada saat robot berjalan. Rangkaian sensor ultrasonic ditunjukkan pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3. Rangkaian Sensor Ultrasonic

Pemancar dan penerima menjadi satu dalam sebuah board, pengirim akan mengirimkan sinyal ultrasonic sampai mengenai obyek yang kemudian dipantulkan kembali oleh obyek tersebut menuju sensor ultrasonic selanjutnya mikrokontroler akan memproses waktu yang dipakai untuk memancarkan gelombang suara dan sampai gelombang suara itu diterima kembali oleh sensor ultrasonic sehingga jarak dapat dihitung. Gambar Sensor Ultrasonic Tx dan Rx seperti ditunjukkan dibawah ini.

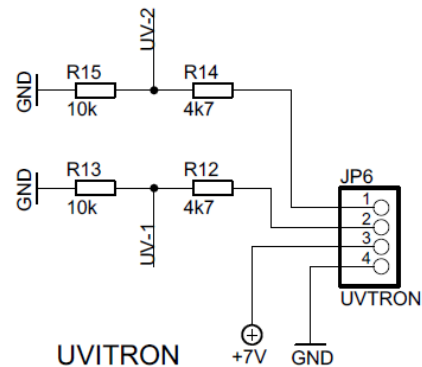


Gambar 4. Sensor Ping

SENSOR API (UVTRON FLAME SENSOR)

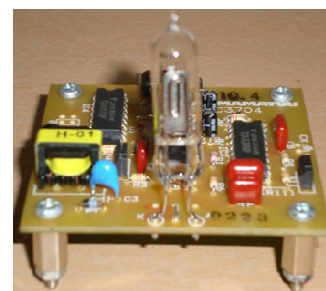
Untuk mendeteksi sumber api robot memerlukan sebuah sensor yang mampu mengenali sumber api, yaitu UVTron Flame Sensor. UVTron adalah komponen yang berfungsi untuk mendeteksi sinar ultraviolet menggunakan efek fotolistrik logam dan

efek gas multiplication. Pada penelitian ini, UVTron digunakan untuk mendeteksi api, karena api memancarkan sinar ultraviolet yang lemah. UVTron jenis ini mampu mendeteksi api hingga jarak kurang lebih 5 meter jauhnya, seperti yang dikatakan dalam datasheetnya. UVTron memiliki sensitivitas spectrum antara 185 – 260 nm. UVTron membutuhkan supply 300 – 350 volt DC. Rangkaian UVTron Flame sensor ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Rangkaian Port Untuk Sensor UVTron Flame Sensor

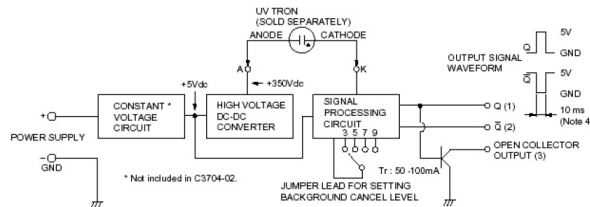
Agar UVTron dapat mendeteksi api, dibutuhkan sebuah *driving circuit* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan dan sekaligus memproses sinyal yang diterima dari UVTron. UVTron driving circuit yang digunakan pada penelitian ini menggunakan seri C3704 produksi Hamamatsu seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Driver UVTron Flame Sensor

Input sebesar 5 V langsung dihubungkan ke bagian *High Voltage* DC-DC Converter karena input sudah konstan. Converter mengubah tegangan 5 V menjadi 350 V untuk mengaktifkan UVTron Flame Sensor. Sinyal output dari UVTron Flame Sensor kemudian diproses di bagian *Signal Processing Circuit*. Modul

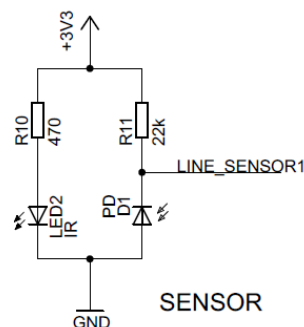
akan mengeluarkan output berupa pulsa dengan lebar 10 ms apabila sensor mendeteksi adanya sinar ultraviolet. Rangkaian driver rangkaian UVTron ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Blok Diagram Driver UVTron Flame Sensor

SENSOR GARIS

Sensor garis ini akan mendeteksi keberadaan garis yang ada di depan pintu dan yang ada disekitar lilin. Garis yang berada di depan pintu bertujuan agar robot berhenti kemudian sesaat akan memeriksa ruangan tersebut apakah ada sumber api atau tidak, jika tidak ada sumber api robot tidak perlu masuk ruangan, robot akan terus melanjutkan perjalanannya untuk menemukan sumber api tersebut. Bila ternyata di dalam ruangan itu ada sumber api maka robot akan masuk ruangan untuk mendekati sumber api tersebut. Robot akan berhenti disekitar lilin dengan mendeteksi garis putih yang berada disekitarnya kemudian robot akan menyalakan kipas untuk memadamkan api. Gambar rangkaian deteksi garis putih.



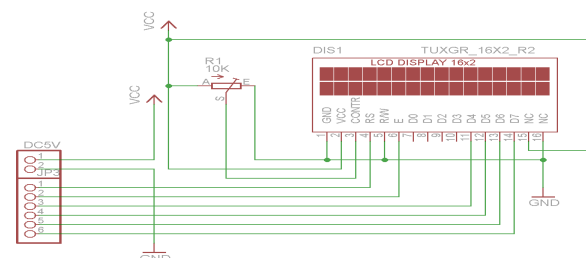
Gambar 8. Rangkaian Sensor Garis

Prinsip kerja dari sensor garis adalah mendeteksi pantulan cahaya yang dihasilkan oleh LED pemancar yang selalu memancarkan cahaya infra merah dan dipancarkan ke lantai bila lantai berwarna gelap maka cahaya infra merah akan diserap oleh lantai sehingga cahayanya tidak ada yang dipantulkan dengan begitu

photo diode tidak menerima pantulan cahaya infra merah yang mengakibatkan photodiode tidak bekerja dan output sensor akan mengeluarkan logika '1' yang diumpankan ke mikrokontroler. Sebaliknya bila cahaya infra merah mengenai lantai yang berwarna putih maka cahaya infra merah akan dipantulkan dan photo diode akan menerima pantulan cahaya sehingga sensor akan bekerja dan menghasilkan output dengan logika '0' karena berhubungan dengan ground.

RANGKAIAN DISPLAY LCD

Modul LCD 16x2 merupakan suatu display yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter yang diberikan oleh sistem, dalam hal ini sistem yang memberikan informasi adalah mikrokontroler. Untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, LCD berdasarkan panjang datanya mempunyai dua buah metode antarmuka, yaitu antarmuka 4 bit dan antarmuka 8 bit. Pada metode antarmuka 8 bit, data yang ditulis atau dibaca oleh mikrokontroler ke/dari LCD dilakukan dalam sekali proses. Sedangkan untuk metode antarmuka 4 bit, penulisan atau pembacaan dilakukan sebanyak dua kali untuk 8 bit data. Antarmuka LCD 4 bit diatur pada mode penulisan data, dengan menghubungkan kaki R/W ke GND. Dengan metode 4 bit, penggunaan port I/O pada mikrokontroler dapat dikurangi sehingga port dapat digunakan untuk proses I/O yang lain. Dalam rangkaian ini, terdapat trimpot (trimmer potensiometer) dengan nilai sebesar 10K Ω . Fungsi dari trimpot tersebut digunakan untuk mengatur contrast dari karakter yang ditampilkan pada LCD.



Gambar 9. Rangkaian LCD 16X2

MOTOR SERVO

Motor *servo* biasanya digunakan untuk robot berkaki, berlengan atau

sebagai actuator pada *mobile robot*. Motor *servo* terdiri dari sebuah motor DC, beberapa *gear*, sebuah potensiometer, sebuah *output shaft* dan sebuah rangkaian control elektronik. Motor *servo* dikemas dalam bentuk segi empat dengan sebuah *output shaft* motor dan konektor dengan 3 kabel yaitu *ground*, *power* dan *control*.

Jenis motor *servo* berdasarkan sudut operasi motor *servo* dibagi menjadi 2 yaitu:

a. Motor *Servo Standart*

Motor *servo standart* merupakan motor *servo* yang mampu bergerak CW dan CCW dengan sudut operasi tertentu, misal 60° , 90° atau 180° . sudut maksimal yang diperbolehkan untuk motor *servo* standart adalah 180° . Motor *servo* ini sering dipakai pada system robotika yang menggunakan lengan atau kaki.

b. Motor *Servo Continous*

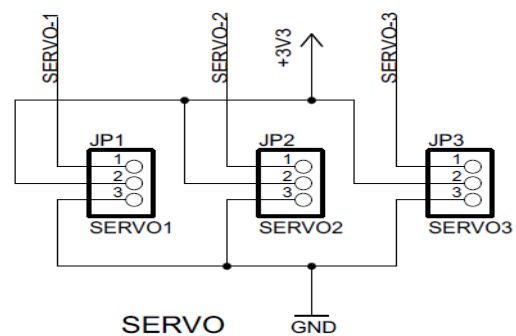
Motor *servo continous* adalah motor *servo* yang mampu bergerak CW dan CCW tanpa batasan sudut operasi (berputar secara kontinyu). Motor *servo* ini sering digunakan sebagai aktuator pada *mobile robot*. Motor *servo* beroperasi pada tegangan *supply* 4,8 volt hingga 7,2 volt. Bentuk fisik motor *servo* ditunjukkan pada Gambar



Gambar 10. Bentuk Fisik Motor Servo

Untuk mentracking target robot menggunakan tiga buah motor servo untuk menggerakkan sensor-sensor yang terpasang. Dua motor servo digunakan untuk menggerakkan sensor jarak yang dipasang pada sisi kanan dan kiri dari robot. Motor servo ini akan berputar-putar untuk mentracking jarak robot dengan dinding atau halangan yang dilakukan oleh sensor jarak. Motor servo akan berhenti bila jarak robot dengan dinding atau penghalang cukup dekat. Motor servo ini akan bergerak terus menerus sesuai dengan algoritma program yang akan mengendalikan kedua sensor jarak.

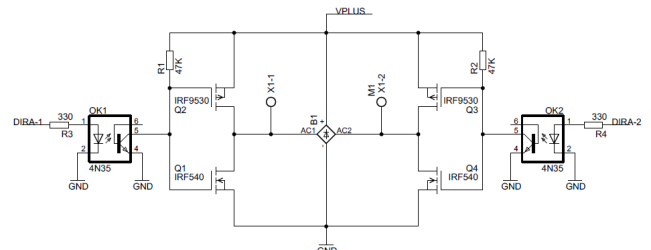
Untuk motor servo yang ditengah digunakan untuk menggerakkan sensor UVTron yang mencari sumber api disekeliling robot. Motor servo akan berputar-putar terus sampai menemukan sumber api, disamping menggerakkan sensor UVTron motor servo ini juga digunakan untuk menggerakkan arah kipas angin sehingga dapat dengan cepat memadamkan api, karena board sensor UVTron dan kipas angin berada dalam satu motor servo yang disusun secara bertingkat. Ketiga motor servo ini dapat bekerja secara bersamaan dalam waktu yang sama, sehingga programnya bersifat multitasking.



Gambar 11. Rangkaian Motor Servo

DRIVER MOTOR RODA PENGGERAK ROBOT

Agar robot bias bergerak dan berpindah-pindah tempat maka diperlukan sepasang roda yang akan berputar untuk berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain. Robot mempunyai dua roda yang dikendalikan dan sebuah roda yang bebas tanpa dikendalikan. Untuk dua roda disamping digerakkan dengan menggunakan rangkaian driver motor, agar motor dapat berputar maju, mundur, atau berhenti sesuai dengan control yang diberikan oleh mikrokontroler kepada input driver motor. Gambar 3.12. menunjukkan rangkaian driver motor kanan dan kiri.



Gambar 12. Rangkaian Driver Motor Untuk Roda Robot

Prinsip kerja dari rangkaian diatas adalah menggerakkan motor yang dikople dengan roda robot dengan menerima masukan dari mikrokontroler, bila kedua masukan driver ini yaitu DIRA-1 dan DIRA-2 mendapatkan logika '1' atau '0' semua maka motor akan berhenti yang berakibat roda robot akan berhenti, sedangkan bila dikasih nilai yang berbeda maka motor akan berputar. Bila DIRA-1 diberikan logika '1' dan DIRA-2 diberi logika '0' maka motor akan berputar maju, begitu sebaliknya bila DIRA-1 diberikan logika '0' dan DIRA-2 diberikan logika '1' maka motor akan berputar mundur. Untuk driver motor yang lain mempunyai prinsip kerja yang sama dengan nama pin masukannya DIRB-1 dan DIRB-2.

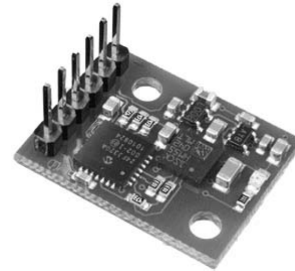
Apabila kedua motor berputar maka akan menggerakkan roda robot sehingga robot dapat berjalan maju, mundur, belok kanana, atau belok kiri sesuai dengan perintah yang diberikan oleh mikrokontroler kepada driver motor yang akan mengantarkan robot menuju target yang diinginkan. Bila kedua motor sisi kanan dan sisi kiri sama-sama berputar maju maka robot akan bergerak maju, sedangkan bila kedua motor bergerak mundur maka robot akan berjalan mundur. Robot juga dapat berbelok dengan cara menghentikan salah satu roda atau memutar balik antar kedua motor sehingga berputar berlawanan dan robot akan berbelok. Bila roda robot sebelah kanan berhenti atau berputar kebelang dan roda sebelah kiri berputar maju maka robot akan berbelok ke kanan, kondisi sebaliknya bila roda robot sebelah kiri berhenti atau berputar kebelakang dan roda robot sebelah kanan berputar maju maka robot akan berbelok ke kiri. Robot akan berhenti bila kedua motornya berhenti.

PENGARAH ROBOT DENGAN KOMPAS DIGITAL

Kompas digital adalah komponen yang digunakan untuk mengetahui arah mata angin. Kompas digital ini memberikan nilai dalam bentuk bilangan biner dengan acuan kutub magnet bumi untuk menunjukkan arah. Kompas digital ini memerlukan kondisi ketinggian dan

kemiringan yang stabil terhadap bumi agar dapat bekerja dengan baik.

Kompas digital yang digunakan adalah CMPS10. CMPS10 dapat mengurangi error yang dihasilkan akibat kemiringan PCB. Kompas ini menggunakan *3-axis magnetometer*, *3-axis accelerometer*, dan prosessor 16-bit. Berikut ini adalah hardware dari kompas digital yang ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.

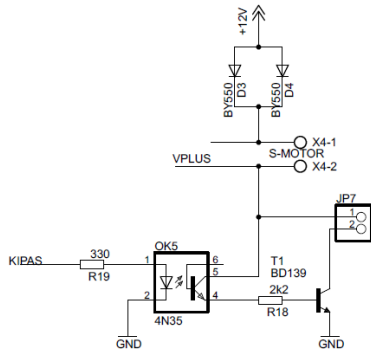


Gambar 13. Modul Kompas Digital

CMPS10 memerlukan supply sebesar 3.3 – 5.0 volt dengan arus sebesar 25mA. Data output yang dihasilkan berupa data nilai kemiringan terhadap sumbu x, y, dan z yang dapat diakses melalui UART dan I2C. Penelitian ini menggunakan komunikasi serial I2C untuk mengakses CMPS10.

Driver Motor Kipas Pemadam Api

Untuk memadamkan sumber api, robot menggunakan tiupan angin yang dihasilkan oleh kipas angin. Setelah sensor UVTron menemukan sumber api, robot akan mendekati sumber api tersebut sampai sensor garis mendeteksi garis putih, yang menandakan bahwa robot sudah berada dekat dengan sumber api dan kipas angin segera dinyalakan untuk mematikan sumber api. Mikrokontroler akan memberikan logika '1' kepada driver kipas angina sehingga led menyala yang akan mengaktifkan transistor driver motor selanjutnya motor akan berputar serta servo motor juga berputar untuk mendapatkan posisi tiup yang tepat pada sumber api, agar sumber api cepat padam. Rangkaian driver motor ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 14. Rangkaian Driver Kipas Angin

Mikrokontroler Arduino Due

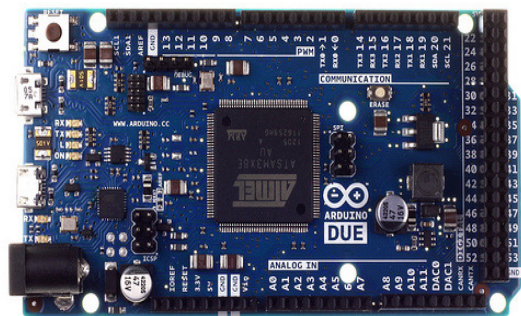
Arduino Due memiliki dua port USB yang tersedia. *Native port* USB (yang mendukung komunikasi serial CDC menggunakan objek Serial USB) terhubung langsung ke SAM3X MCU. Port USB yang lain adalah port Programming. Hal ini terhubung ke 16U2 ATMEL yang bertindak sebagai konverter USB-to-Serial. Port Pemrograman ini adalah default untuk meng-upload sketsa dan berkomunikasi dengan Arduino. USB-to-serial converter dari port Pemrograman terhubung ke UART pertama SAM3X tersebut. Ini berguna untuk berkomunikasi melalui port ini menggunakan "Serial" objek dalam pemrograman Arduino. Hubungan port mikrokontroler dengan interface peralatan seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hubungan Port Mikrokontroler dengan Pin Device Output

Device	Pin
Servo 3	13
Servo 2	12
Servo 1	11
Motor DC	
- DIRB-2	6
- DIRB-1	7
- DIRA-2	8
- DIRA-1	9
Sensor Garis	
- LINE Sensor 1	A0
- LINE Sensor 2	A1
Ultrason	
- UV-2	A3
- UV-1	A2
Ultrasonic Sensor	
- U\$-1-Echo	3
- U\$-1-Trig	2
- U\$-2-Echo	

- U\$-2-Trig	
LCD	
- R\$	26
- RW	GND
- E	28
- D4	30
- D5	32
- D6	34
- D7	36
Keypad	
- ROW 1	38
- ROW 2	40
- ROW 3	42
- ROW 4	44
- COL 1	46
- COL 2	48
- COL 3	50
- COL 4	52
Kipas Angin	10
Accelero	
- SDA	20
- SCL	21

Board mikrokontroler Arduino Due untuk mengendalikan seluruh system yang dirancang dengan prosessor yang digunakan adalah jenis

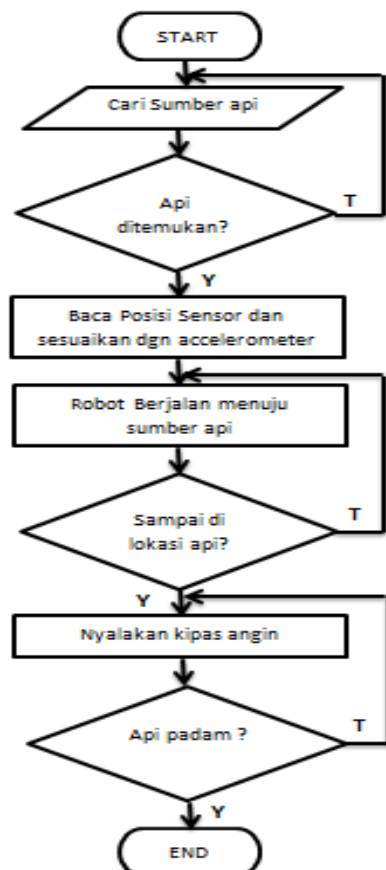


Gambar 15. Minimum Sistem Arduino Due

Flowchart Sistem Robot Pemadam Api

Perancangan perangkat lunak merupakan proses perancangan pembuatan program yang nantinya akan dijalankan oleh mikrokontroler. Program ini nantinya akan menjadi rutin yang akan selalu dijalankan ketika mikrokontroler dinyalakan. Program ini akan disimpan pada EEPROM yang ada didalam mikrokontroler, sehingga hanya perlu sekali men-downloadkan program ke mikrokontroler karena walaupun sumber tegangan dimatikan program masih tersimpan pada EEPROM.

Pertama-tama robot akan mencari lokasi api, sensor UVTron akan *search* lokasi dimana sumber api itu berada, setelah menemukan sumber api maka posisi sudut dari sensor akan diingat sebagai patokan untuk Bergeraknya robot. Sensor akan accelerometer akan mengarahkan robot tegak lurus ke sumber api dan kemudian robot akan berjalan menuju sumber api tersebut, setelah mendekati sumber api robot akan dengan cepat menghidupkan kipas angina untuk mematikan sumber api.



Gambar 16. Flowchart Robot Pemadam Api

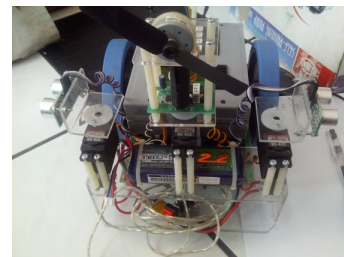
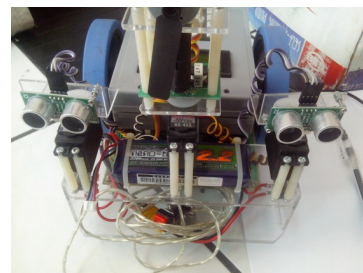
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan perancangan untuk mewujudkan sebuah robot pemadam api, proses berikutnya akan dilakukan pengujian setiap modul yang ada di dalam robot tersebut, mulai dari sensor jarak, sensor api, sensor posisi, sensor garis, servo motor, driver motor roda robot, dan driver kipas angin sebagai pemadam api. Pengujian dilakukan secara parsial dari

setiap komponen robot dan pengujian secara keseluruhan.

PENGUJIAN SENSOR JARAK (PING)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan rangkaian minimum system dimana hasil pembacaan sensor ultrasonik tersebut ditampilkan pada LCD 2x16. Dalam pengujian ini Sensor Ultrasonik SRF04 dihadapkan tegak lurus pada suatu halangan berupa dinding berbahan kayu dengan permukaan halus pada jarak tertentu. Dan hasil pembacaannya akan dicocokkan dengan pengukuran sebenarnya menggunakan alat ukur.



(a) (b)

Gambar 17. Posisi Sensor Jarak (Ping), (a)menghadap depan, (b) menghadap samping

Dari pengujian sensor ultrasonik didapat bahwa masih terdapat selisih antara pengukuran jarak sebenarnya dengan jarak yang terukur menggunakan sensor ultrasonik. Salah satu hal yang menyebabkan ini bisa terjadi karena pada saat *timer* pada mikrokontroler yang menghitung pulsa pwm (*Pulse With Modulation*) pada keluaran pin echo sensor ultrasonik pada saat itu bekerja kurang presisi. Kesalahan pembacaan jarak menggunakan sensor ultrasonik pada jarak yang jauh yaitu lebih dari 150 cm tidak akan mempengaruhi kinerja sistem. Karena sistem bekerja pada jangkauan pembacaan ultrasonik kurang dari 50 cm

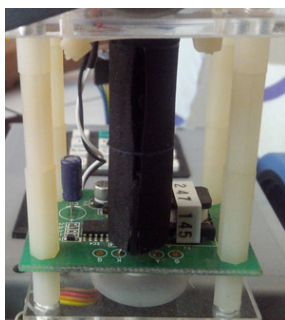
karena pada jarak tersebut robot mempertahankan jarak tertentu dari dinding. Berikut ini hasil pengukuran jarak yang dibandingkan dengan jarak standar (menggunakan penggaris).



Gambar 18. Hasil Pengujian Sensor Jarak

PENGUJIAN SENSOR API (UVTRON)

Pengujian sensor UVtron bertujuan untuk mengetahui kepekaan sensor dalam mendeteksi api dengan jarak hingga 5 m. Sensor UVtron *flame detector* mendeteksi gelombang ultraviolet yang berasal dari api. Pengujian sensor UVtron dilakukan dengan cara menghubungkan sensor UVtron dengan mikrokontroler yang telah diprogram dengan memakai fungsi *interrupt external*. Bila terjadi transisi turun pada pin *interrupt external* ini, maka mikrokontroler akan menampilkan hasil deteksi api berupa *counter*, misalnya bila mendeteksi akan muncul 1 pada LCD char 16x2 yang terhubung dengan mikrokontroler dan bila mendeteksi lagi akan tampil 2 dan seterusnya. Namun bila transisi naik pada pin *interrupt external* maka pada LCD tidak akan tampil hasil *counter* deteksi api.



Gambar 19. Posisi Sensor Api Menghadap Depan

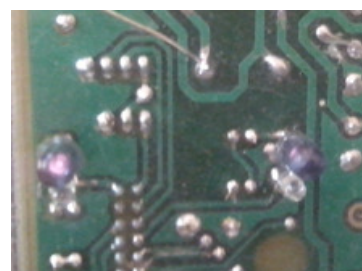
Sensor api ini berusaha untuk mencari sumber api dalam hal ini dipakai sumber api dari lilin. Setelah sumber api ditemukan sensor ini akan mengunci posisi dimana sumber api tersebut ditemukan. Pada uji an sensor coba disini lilin ditempatkan sejauh 60 cm dan sensor api masih mampu mendeteksinya.



Gambar 20. Mendeteksi Jarak Api dengan Sensor

PENGUJIAN SENSOR GARIS (INFRA MERAH)

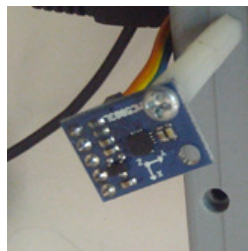
Pengujian sensor garis dilakukan untuk mengetahui apakah sensor telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan yaitu hanya akan aktif apabila ada garis yang berwarna putih, dan tidak aktif apabila mengenai warna hitam dan Abu-abu. Langkah pengujiannya yaitu memberikan garis putih, lantai hitam, dan karpet abu-abu pada sensor garis dan melihat respon sensor garis apakah led indikator menyala saat diberi garis putih, dan led indikator tidak akan menyala saat sensor diberi lantai hitam dan karpet abu-abu.



Gambar 21. Letak Sensor Garis

SENSOR KOMPAS (ACCELEROMETER)

Untuk menentukan arah robot menuju sumber api robot membutuhkan sebuah penunjuk arah atau kompas. Alat ini akan menentukan derajat dari arah yang akan dituju mulai dari 0° samapai dengan 359° . Dengan perpatokan pada sudut yang dihasilkan oleh kompas robot akan menggerakkan roda robot sesuai dengan arah yang ingin dituju, setelah arah sudut ketemu selanjutnya robot akan berjalan menuju sumber api tersebut. Seperti halnya kompas manual, modul ini akan menunjukkan sudut 0° pada arah utara sedangkan arah yang lain akan mengikuti sudut yang dihasilkan, misalkan arah Timur adalah 90° , arah selatan 180° , dan arah Barat 270° . Berikut ini adalah posisi pemasangan sensor kompas yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 22. Sensor Kompas

Berikut ini ditunjukkan hasil pengujian yang dilakukan untuk menghasilkan sudut dari kompas. Dengan memutarakan posisi dari robot maka arah sudut akan berubah.



Gambar 23. Display Kompas

PENGUJIAN SERVO MOTOR

Servo motor dipasang pada sensor jarak dan sensor api yang digunakan untuk menggerakkan posisi sensor tersebut. Servo ini akan bergerak-gerak mulai dari sudut 0° sampai dengan 180° . Karena arah putaran servo sebelah kanan dan kiri berbeda maka pada posisi menghadap kedepan kedua nilainya berbeda, servo sebelah kanan mempunyai nilai sudut 0° ,

sedangkan servo sebelah kiri mempunyai nilai sudut sebesar 180° . Servo sebelah kiri akan bergerak menuju arah kiri sedangkan servo sebelah kanan akan bergerak menuju arah kanan.



Gambar 24. Motor Servo

PENGUJIAN DRIVER MOTOR RODA ROBOT

Pada pengujian sistem pengendalian motor DC pada roda robot data diambil pada arena yang digunakan robot. Baik itu menggunakan metoda *Left Wall Following* maupun *Right Wall Following* pada dasarnya sama yaitu menggunakan referensi jarak robot terhadap dinding, bedanya hanya pada *Left Wall Following* menggunakan referensi dinding kiri dan *Right Wall Following* menggunakan referensi dinding kanan. Berdasarkan kondisi ruangan diambil jarak dinding terhadap robot untuk dijadikan referensi batas minimal dan batas maksimal jarak yang diperbolehkan antara robot dengan dinding kiri dan kanan. Hasil dari pengujian didapatkan ada tiga kondisi jarak robot terhadap dinding yaitu :

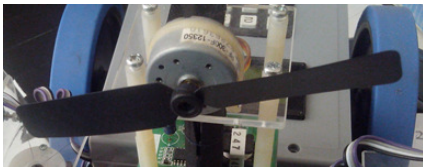
- Jarak robot > Batas maksimal
- Jarak robot berada pada range yang ditentukan
- Jarak robot < Batas minimal



Gambar 25. Rangkaian Driver Motor Penggerak Roda Robot

PENGUJIAN DRIVER KIPAS ANGIN

Komponen utama untuk memadamkan api adalah kipas angin, sumber api yang telah ditemukan oleh sensor api akan dipadamkan oleh kipas angin. Setelah robot mendekati sumber api tersebut pada jarak tertentu kipas akan berputar kencang untuk memadamkan api, kipas akan bergerak ke kanan dan kiri sampai dengan sumber api tersebut padam dengan menggerakkan motor servo yang dipasang pada sensor api dan kipas tersebut. Pergerakan arah kipas itu dikontrol oleh sensor api, motor servo akan bergerak-gerak ke arah kanan dan kiri sesuai dengan masukan dari sensor api agar kipas dapat dengan cepat memadamkan api tersebut.



Gambar 26. Kipas Angin

PENGUJIAN KEYPAD

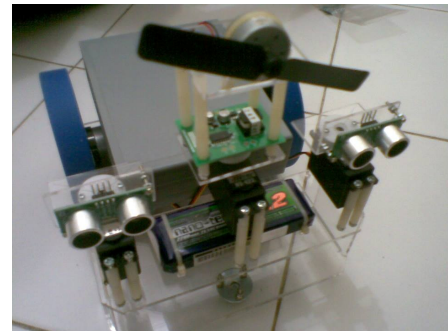
Untuk menjalankan robot ataupun untuk mengetas bagian-bagian dari robot digunakan sebuah keypad. Untuk memilih menu yang ditampilkan di display LCD digunakan tombol panah atas dan bawah dan pointer yang ada di display akan bergerak mengikuti petunjuk tombol yang ditekan. Setelah pointer menunjukkan perintah yang ingin dijalankan tombol berikutnya adalah tombol Enter, yang akan memastikan menuju ke submenu berikutnya. Untuk keluar dari submenu yang diinginkan ditekan tombol CAN (*) dan menu akan kembali ke menu sebelumnya.



Gambar 27. Keypad dan Tampilan Menu

PENGUJIAN KESELURUHAN

Secara keseluruhan bentuk robot pemadam api yang dihasilkan terlihat pada gambar di bawah ini. Robot akan berfungsi bila program yang telah dirancang dimasukkan dalam chip mikrokontrolernya. Program yang digunakan dalam perancangan robot ini menggunakan Arduino compiler versi 1.5.2 yang support dengan Arduino Due.

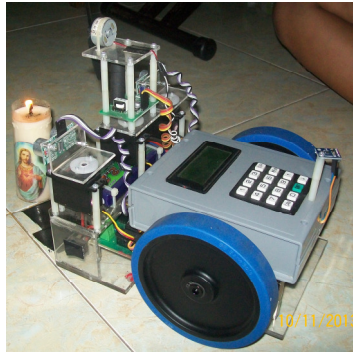


Gambar 28. Robot Pemadam Api

Setelah robot diprogram tampilan awal yang muncul saat tombol power dinyalakan terlihat pada gambar dibawah ini. Pointer akan menunjukkan pada posisi start dan tombol enter ditekan maka secara otomatis robot akan mencari sumber api untuk dipadamkan. Mula-mula robot akan bergerak berputar untuk mencari posisi sumber api, setelah posisi sumber api ditemukan robot akan mencatat sudut keberadaan sumber api tersebut dan robot akan bergerak menuju sumber api tersebut, setelah sampai diposisi sumber api yang ditandai dengan pembacaan sensor rantai warna hitam maka robot berhenti dan menyalakan kipas angin sampai sumber api tersebut padam dan robot kemudian berhenti karena tugasnya telah selesai.



Gambar 29. Menu Awal



Gambar 30. Posisi Robot Mendekati Sumber Api

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot cerdas pemadam api telah berhasil dirancang dan dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino Due dengan sistem penggerak roda dan kipas menggunakan motor DC dan dilengkapi beberapa sensor yaitu sensor garis, sensor UVTron *Flame Detector*, dan sensor PING ultrasonik *range finder* yang saling terintegrasi sehingga apabila salah satu terganggu/eror maka robot tidak akan berfungsi dengan baik.
2. Hasil pengujian sensor PING Ultrasonik *range finder* menunjukkan terdapat eror atau selisih antara jarak sebenarnya dengan jarak yang terukur dengan rata-rata error sebesar 6,63% tetapi jarak yang terukur masih mendekati jarak yang sebenarnya. Dan penggunaan sensor PING Ultrasonik *range finder* pada saat robot melakukan *wall following* pada lintasan lurus dan belokan menunjukkan prosentase eror yang kecil sehingga robot dapat menyusur dinding dengan baik.
- c. Pengujian sensor UVTron *Flame Detector* menunjukkan bahwa sensor UVTron dapat mendeteksi api hingga jarak 55 cm. Dari 30 kali percobaan *scanning* api yang terdapat di tepi, tengah, dan sudut ruangan, robot berhasil mendeteksi api dan memadamkannya tanpa eror.

Sehingga dapat disimpulkan proses *scanning* api berhasil dengan baik.

- d. Dengan metode pencarian dengan kinematika yaitu dengan menempatkan sensor ping diatas motor servo dan kemudian mentracking target yang diinginkan robot dapat menghemat jumlah sensor yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji S.W.**, 2009. *Purwarupa Robot Pemadam Api dengan Sensor Ultrasonik dan Ultraviolet Berbasis AT89S52*. Yogyakarta.
- Budiharto, widodo.**, *Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2006.
- Iswanto**, 2008 "*Desain dan Implementasi Desain Embeded Mikrokontroler ATmega8535 dengan Bahasa Basic*", Penerbit Gava Media, Yogyakarta
- Pitowarno, Endra.**, *Robotika Desain Kontrol dan K Kecerdasan Buatan*, Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- Sigit, Riyanto.**, 2007. *Robotika, Sensor & Aktuator*. Surabaya: Graha Ilmu.
- Sudarna N.**, 2011. *Perancangan Algoritma Dan Program Robot Cerdas Pemadam Api (Studi Kasus Tim Robot COMP-V pada Kontes Robot Cerdas Indonesia 2010)*. Bandung.
- Suyadi Taufiq Dwi Septian**, 2008 "*Build Your Own Line Follower Robot*", Penerbit Andi, Yogyakarta
- Wahab F.**, 2011. *Rancang Bangun Hardware Controller Robot Cerdas Pemadam Api (Studi Kasus Tim Robot COMP-V pada Kontes Robot Cerdas Indonesia 2010)*. Bandung.
- Wasito**, 2006 "*Vademekum Elektronika Edisi Kedua*", Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta